

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-257602

(P2001-257602A)

(43) 公開日 平成13年9月21日 (2001.9.21)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	キーワード (参考)
H 0 3 M 13/35		H 0 3 M 13/35	5 B 0 0 1
G 0 6 F 11/10	3 3 0	G 0 6 F 11/10	3 3 0 S 5 J 0 6 5
H 0 3 M 13/13		H 0 3 M 13/13	5 K 0 1 4
13/23		13/23	5 K 0 2 2
13/29		13/29	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-67388 (P2000-67388)

(22) 出願日 平成12年3月10日 (2000.3.10)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 小林 道夫

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74) 代理人 100095728

弁理士 上柳 雅彦 (外1名)

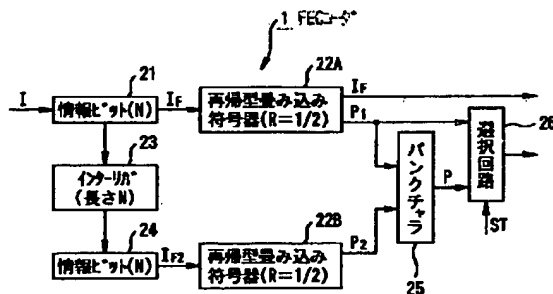
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 データ誤り訂正方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 データを送信する際に、伝送状態に応じて、ターボ符号化及び畳み込み符号化を選択する共に、1つのターボ符号化手段を使用して、ターボ符号化及び畳み込み符号化を選択的に行う。

【解決手段】 伝送状態が良好なときには送信側で、ターボ符号器を構成する第1の再帰型畳み込み符号器22Aを使用して送信データを畳み込み符号化して、これを受信側に送信し、受信側でターボ復号器を使用してビット復号を行い、伝送状態が不良なときには送信側で、ターボ符号器の第1の再帰型畳み込み符号器22A及び第2の畳み込み符号器22Bを使用して送信データをターボ符号化して、これを受信側に送信し、受信側でターボ復号器を使用してターボ復号を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 送信側で送信データを符号化して伝送することにより、受信側で伝送データのビット誤りを訂正するデータ誤り訂正方法において、前記送信側では前記受信側でのデータ受信状況に基づいて伝送状態を判断し、伝送状態が不良であるときに前記ターボ符号器で符号化された入力データの同期検出信号に基づいてデータ状態を判断し、データ状態が不良であるときに前記送信データをターボ符号化手段でターボ符号化して伝送し、伝送状態が良好であるときに前記送信データを前記ターボ符号化手段を利用して畳み込み符号化して伝送するようにしたことを特徴とするデータ誤り訂正方法。

【請求項2】 送信側で送信データを符号化して伝送することにより、受信側で伝送データのビット誤りを訂正するデータ誤り訂正方法において、前記送信側では、前記受信側でのデータ受信状況に基づいて伝送状態を判断し、伝送状態が不良であるときに前記ターボ符号器で符号化された入力データの同期検出信号に基づいてデータ状態を判断し、データ状態が不良であるときに前記送信データをターボ符号化手段でターボ符号化して伝送し、伝送状態が良好であるときに前記送信データを前記ターボ符号化手段を利用して畳み込み符号化して伝送し、受信側では、受信データに含まれる符号化方式設定情報に基づいて、当該符号化方式設定情報がターボ符号化であるときにターボ復号手段を使用して受信データをターボ復号し、畳み込み符号化であるときに前記ターボ復号手段を利用して受信データをビタビ復号するようにしたことを特徴とするデータ誤り訂正方法。

【請求項3】 送信側で送信データを符号化して伝送することにより、受信側で伝送データのビット誤りを訂正するデータ誤り訂正装置において、送信側では、前記受信側でのデータ受信状況に基づいて伝送状態を判断するデータ状態判定手段と、該データ状態判定手段で伝送状態が不良であると判定されたときに前記送信データをターボ符号化手段を使用してターボ符号化し、伝送状態が良好であると判定されたときに前記送信データを前記ターボ符号化手段を使用して畳み込み符号化する符号化手段と、該符号化手段で符号化された送信データを受信側に送信する送信手段とを備えていることを特徴とするデータ誤り訂正装置。

【請求項4】 送信側で送信データを符号化して伝送することにより、受信側で伝送データのビット誤りを訂正するデータ誤り訂正装置において、送信側では、前記受信側でのデータ受信状況に基づいて伝送状態を判断するデータ状態判定手段と、該データ状態判定手段で伝送状態が不良であると判定されたときに前記送信データをターボ符号化手段でターボ符号化し、伝送状態が良好であると判定されたときに前記送信データを前記ターボ符号化手段を使用して畳み込み符号化する符号化手段と、該符号化手段で符号化された送信データを符号化方式情報

を付加して受信側に送信する送信手段とを備え、受信側では、受信データに含まれる符号化方式情報を参照して符号化方式がターボ符号化であるか畳み込み符号化であるかを判定する符号化判定手段と、該符号化判定手段でターボ符号化であると判定されたときに受信データをターボ復号するターボ復号手段と、前記符号化判定手段で畳み込み符号化であると判定されたときに前記ターボ復号手段を利用してビタビ復号を行うビタビ復号手段とを備えていることを特徴とするデータ誤り訂正装置。

10 【請求項5】 前記符号化手段は、送信データの特定ビットを格納する第1のシフトレジスタと、該第1のシフトレジスタの出力を畳み込み符号化する第1の再帰型畳み込み符号器と、前記第1のシフトレジスタの出力をインターリーブするインターリーブ回路と、該インターリーブ回路の出力を格納する第2のシフトレジスタと、該第2のシフトレジスタの出力を畳み込み符号化する第2の再帰型畳み込み符号器と、前記第1及び第2の再帰型畳み込み符号器から出力されるパリティビットをバンクチャリングするバンクチャリング回路とを備え、データ状態判定手段の判定結果が伝送状態が不良であるときには前記第1の再帰型畳み込み符号器から出力される情報ビットと前記バンクチャリング回路から出力されるパリティビットとでターボ符号を形成し、伝送状態が良好であるときには前記第1の再帰型畳み込み符号器から出力される情報ビットとパリティビットとで畳み込み符号を形成するようにしたことを特徴とする請求項4に記載のデータ誤り訂正装置。

【請求項6】 前記ターボ復号手段は、入力データを構成するデータ部と尤度情報とをもとにトレリス線図に基づいて第1の尤度情報を出力する第1の軟出力復号器と、該第1の軟出力復号器から出力される尤度情報が入力されるインターリーブと、該インターリーブでインターリーブされた情報と前記入力データを構成するパリティデータ部とに基づいて第2の尤度情報を出力する第2の軟出力復号器と、該第2の軟出力復号器の第2の尤度情報が入力され、これをデインターリーブして前記第1の軟出力復号器に入力するデインターリーブとを備えていることを特徴とする請求項4又は5に記載のデータエラー訂正装置。

40 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、直交周波数分割多重（OFDM）変調方式を使用したデータ伝送方式等に好適なデータ誤り訂正方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近來、無線LAN等のデータ伝送方式に直交周波数分割多重変調方式を採用することが考えられている。

【0003】この無線LANでは、一般に送信側で入力データに対して畳み込み符号器で拘束長 K （ $=7$ ）、符

号化率 $1/2 \sim 3/4$ の畳み込み符号に符号化された後インターリーブされ、その後、変調方式に応じて、マッピングされ、マッピングされたデータがシリアルパラレル変換されて、64シンボル毎に逆高速フーリエ変換され、この変換データにさらに12シンボルのガードインタバルが付加されてトータルで86個のOFDMシンボルのデータが生成され、この生成されたデータが波形整形フィルタを通過し、直交変調された後、キャリア周波数まで周波数を持ち上げて高周波増幅した後アンテナから送信される。

【0004】一方、受信側では、アンテナからの電波をローノイズアンプで増幅し、AGCアンプで受信レベルを検出し、AFC回路を用いてキャリアを除去した後復調し、ガードインタバルを除去し、その後64シンボル毎に高速フーリエ変換され、得られたシンボルをデマッピングし、デインターリーブしてからビタビ復号を行うデコーダでデコードすることにより、受信データを得るようにしている。

【0005】そして、対選択性フェージング特性を改善するために、畳み込み符号化されたデータをビタビ復号する場合に代えてターボ符号化されたデータをターボ復号することが1999年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会B-5-55「ターボ符号を使用したOFDM通信方式に関する検討」に記載されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来のOFDM通信方式にあつては、畳み込み符号で符号化した送信データをビタビ復号するのが一般的であり、これに代えてターボ符号で符号化した送信データを繰り返し回数2回以上としたターボ復号することにより、ビット誤り率BER小さくすることができ、さらに繰り返し回数が多い程ビット誤り率が小さくなるものであるが、ビタビ復号に比較して演算量が多くなると共に、メモリ容量も多く必要とするので、伝送効率が低下するという未解決の課題がある。

【0007】このため、ターボ復号とビタビ復号とを併用することが考えられるが、上記従来例では、ビタビ復号には畳み込み符号器を使用して符号化し、ターボ復号には再帰型畳み込み符号器(RSC)を使用するので、送信側及び受信側の双方で2種類の符号器及び復号器を必要とし、回路構成が大型化し、小型化の要求に応えることができないという未解決の課題がある。

【0008】そこで、本発明は、上記従来例の未解決の課題に着目してなされたものであり、伝送データの状態に応じて畳み込み符号化とターボ符号化とを選択することが可能で、且つ回路構成を小型化することができるデータ誤り訂正方法及び装置を提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため

に、請求項1に係るデータ誤り訂正方法は、送信側で送信データを符号化して伝送することにより、受信側で伝送データのビット誤りを訂正するデータ誤り訂正方法において、前記送信側では前記受信側でのデータ受信状況に基づいて伝送状態を判断し、伝送状態が不良であるときに前記ターボ符号器で符号化された入力データの同期検出信号に基づいてデータ状態を判断し、データ状態が不良であるときに前記送信データをターボ符号化手段でターボ符号化して伝送し、伝送状態が良好であるときに前記送信データを前記ターボ符号化手段を利用して畳み込み符号化して伝送するようにしたことを特徴としている。

【0010】この請求項1に係る発明では、無線LAN等の双方向データ伝送を行う場合に、送信側から送信データを受信側に送信し、受信側でデータを受信したときに伝送状態を例えば送信データに含まれるフレーム同期シンボル等のトレーニング信号に基づいて判断し、伝送状態が不良であるときには、その旨を表す伝送状態不良情報を付加した送信データを受信側から送信側に返送することにより、伝送状態判定手段で、受信状態から伝送データの伝送状態を判定し、この判定結果が伝送状態が不良であるときにはターボ符号化手段でターボ符号化して伝送し、伝送状態が良好であるときにはターボ符号化手段を使用して畳み込み符号化して伝送し、伝送状態に応じてターボ符号化するか畳み込み符号化するかを選択し、共に共通のターボ符号化手段を使用して受信側に伝送する。

【0011】また、請求項2に係るデータ誤り訂正装置は、送信側で送信データを符号化して伝送することにより、受信側で伝送データのビット誤りを訂正するデータ誤り訂正方法において、前記送信側では、前記受信側でのデータ受信状況に基づいて伝送状態を判断し、伝送状態が不良であるときに前記ターボ符号器で符号化された入力データの同期検出信号に基づいてデータ状態を判断し、データ状態が不良であるときに前記送信データをターボ符号化手段でターボ符号化して伝送し、伝送状態が良好であるときに前記送信データを前記ターボ符号化手段を利用して畳み込み符号化して伝送し、受信側では、受信データに含まれる符号化方式設定情報に基づいて、当該符号化方式設定情報がターボ符号化であるときにターボ復号手段を使用して受信データをターボ復号し、畳み込み符号化であるときに前記ターボ復号手段を利用して受信データをビタビ復号するようにしたことを特徴としている。

【0012】この請求項2に係る発明では、送信側で受信側でのデータ受信状況に基づいてターボ符号手段を使用してターボ符号化又は畳み込み符号化を行うと共に、何れの符号化を行ったかを表す符号化方式設定情報を含む送信データを受信側に送信する。一方、受信側では、送信側からの送信データに含まれる符号化方式設定情報

に基づいて受信したデータをターボ復号手段を使用したターボ復号か、同様にターボ復号手段を使用したビタビ復号を選択することにより、伝送状態が良好であるときには送信側で畳み込み符号化し、これを受信側でビタビ復号し、伝送状態が不良であるときには送信側でターボ符号化し、これを受信側でターボ復号する。

【0013】さらに、請求項3に係るデータ誤り訂正装置は、送信側で送信データを符号化して伝送することにより、受信側で伝送データのビット誤りを訂正するデータ誤り訂正装置において、送信側では、前記受信側でのデータ受信状況に基づいて伝送状態を判断するデータ状態判定手段と、該データ状態判定手段で伝送状態が不良であると判定されたときに前記送信データをターボ符号化手段を使用してターボ符号化し、伝送状態が良好であると判定されたときに前記送信データを前記ターボ符号化手段を使用して畳み込み符号化する符号化手段と、該符号化手段で符号化された送信データを受信側に送信する送信手段とを備えていることを特徴としている。

【0014】この請求項3に係る発明では、前述した請求項1に係る発明と同様の作用が得られる。

【0015】さらにまた、請求項4に係るデータ誤り訂正装置は、送信側で送信データを符号化して伝送することにより、受信側で伝送データのビット誤りを訂正するデータ誤り訂正装置において、送信側では、前記受信側でのデータ受信状況に基づいて伝送状態を判断するデータ状態判定手段と、該データ状態判定手段で伝送状態が不良であると判定されたときに前記送信データをターボ符号化手段でターボ符号化し、伝送状態が良好であると判定されたときに前記送信データを前記ターボ符号化手段を使用して畳み込み符号化する符号化手段と、該符号化手段で符号化された送信データを符号化方式情報を付加して受信側に送信する送信手段とを備え、受信側では、受信データに含まれる符号化方式情報を参照して符号化方式がターボ符号化であるか畳み込み符号化であるかを判定する符号化判定手段と、該符号化判定手段でターボ符号化であると判定されたときに受信データをターボ復号するターボ復号手段と、前記符号化判定手段で畳み込み符号化であると判定されたときに前記ターボ復号手段を利用してビタビ復号を行うビタビ復号手段とを備えていることを特徴としている。

【0016】この請求項4に係る発明では、前述した請求項2と同様の作用を得ることができる。

【0017】なおさらに、請求項5に係るデータ誤り訂正装置は、請求項4に係る発明において、前記符号化手段は、送信データの情報ビットを格納する第1のシフトレジスタと、該第1のシフトレジスタの出力を畳み込み符号化する第1の再帰型畳み込み符号器と、前記第1のシフトレジスタの出力をインターリーブするインターリーブ回路と、該インターリーブ回路の出力を格納する第2のシフトレジスタと、該第2のシフトレジスタの出力を

畳み込み符号化する第2の再帰型畳み込み符号器と、前記第1及び第2の再帰型畳み込み符号器から出力されるパリティビットをバンクチュアリングするバンクチュアリング回路とを備え、データ状態判定手段の判定結果が伝送状態が不良であるときには前記第1の再帰型畳み込み符号器から出力される情報ビットと前記バンクチュアリング回路から出力されるパリティビットとでターボ符号を形成し、伝送状態が良好であるときには前記第1の再帰型畳み込み符号器から出力される情報ビットとパリティビットとで畳み込み符号を形成するようにしたことを特徴としている。

【0018】この請求項5に係る発明では、符号化手段で、ターボ符号化を行う場合には、第1の再帰型畳み込み符号器及び第2の再帰型畳み込み符号器を使用して、第1の再帰型畳み込み符号器から出力される情報ビットと第1及び第2の再帰型畳み込み符号器のパリティビットをバンクチュアリング回路でバンクチュアリングしてパリティビットとでターボ符号を形成するが、畳み込み符号化を行う場合には、第1の再帰型畳み込み符号器から出力される情報ビット及びパリティビットに基づいて畳み込み符号を形成する。

【0019】さらに、請求項6に係るデータ誤り訂正装置は、請求項4又は5に係る発明において、前記ターボ復号手段は、入力データを構成するデータ部と尤度情報とをもとにトレリス線図に基づいて第1の尤度情報を出力する第1の軟出力復号器と、該第1の軟出力復号器から出力される尤度情報が入力されるインターリーブと、該インターリーブでインターリーブされた情報と前記入力データを構成するパリティデータ部とに基づいて第2の尤度情報を出力する第2の軟出力復号器と、該第2の軟出力復号器の第2の尤度情報が入力され、これをデインターリーブして前記第1の軟出力復号器に入力するデインターリーブとを備えていることを特徴としている。

【0020】この請求項6に係る発明では、入力データに含まれるデータ部をトレリス線図に基づいて第1の尤度情報を出力する第1の軟出力復号器に入力するようにしているので、この第1の軟出力復号器でターボ復号を行う際の尤度情報を算出する場合に、例えばMAPアルゴリズムを適用したときには、全てのデータに対して確率関数 $\alpha_k(s)$ をビタビ復号のメトリックに対応する関数 $\gamma_k(i, j)$ に基づいて最初のデータから最後のデータまで演算して求め、さらに別の確率関数 $\beta_k(s)$ を同様に関数 $\gamma_k(i, j)$ に基づいて最後のデータから最初のデータまで逆に演算して求め、これら確率関数 $\alpha_k(s)$ 及び $\beta_k(s)$ を全てメモリに蓄積し、これら確率関数 $\alpha_k(s)$ 及び $\beta_k(s)$ に基づいて尤度情報を演算する。このため、関数 $\gamma_k(i, j)$ がビタビ復号のメトリックに対応していることから、この関数 $\gamma_k(i, j)$ を使用して所定の演算を行うことにより、ビタビ復号が可能となる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を伴って説明する。

【0022】図1は本発明を無線ローカルエリアネットワーク（以下、単に無線LANと称す）に適用した場合の一例を示す概略構成図である。

【0023】図中、1はパーソナルコンピュータ、VTR、ビデオカメラ、プリンタ等のデジタル機器1であって、このデジタル機器1で他のデジタル機器との間でデータ伝送を行う場合に、無線LANを構築する無線端末2を介してデータ伝送を行う。

【0024】この無線端末2は、デジタル機器1との間のデータの授受を行うインタフェース3と、このインタフェース3に接続された送信回路4及び受信回路5と、これら送信回路4及び受信回路5を選択してアンテナ6に接続する切換回路7と、インタフェース3、送信回路4、受信回路5及び切換回路7を制御するコントローラ8とを備えている。

【0025】送信回路4は、インタフェース3から入力される送信データを受信回路5で検出される伝送状態に応じて畳み込み符号化処理及びターボ符号化処理の何れかを選択して符号化するフォワード・エラー・コレクション（Forward Error Correction）（以下、単にFECと称す）コード11と、このFECコード11で符号化されたデータをOFDM（Orthogonal Frequency Division Multiplexing）変調するOFDM変調回路12とで構成されている。

【0026】そして、送信回路4のFECコード11は、図2に示すように、全体としてターボ符号器の構成を有し、送信情報IがN段のシフトレジスタ21に供給されて、Nビットづつに区切られて格納され、このシフトレジスタ21から順次出力される情報ビットI_{F1}は第1の再帰型組織畳み込み符号器（RSC）22Aに直接入力されると共に、インターリーブされた後シフトレジスタ24に格納され、このシフトレジスタ24から出力される情報ビットI_{F2}が第2の再帰型組織畳み込み符号器（RSC）22Bに入力され、第1及び第2の再帰型組織畳み込み符号器22A及び22Bから出力されるパリティビットP₁及びP₂がバンクチャラ25でバンクチャリングされ、このバンクチャリングされたパリティビットPと第1の再帰型組織畳み込み符号器22Aから出力されるパリティビットP₁とが選択回路26に供給され、この選択回路26で選択されたパリティビットP₁又はPが情報ビットI_{F1}に付加されて出力される構成を有する。

【0027】ここで、選択回路26は後述するコントローラ8からの選択信号STが論理値“0”であるときには、第1の再帰型組織畳み込み符号器22Aから出力されるパリティビットP₁を選択し、これを情報ビットI_Fに付加して畳み込み符号を形成し、選択信号STが論理値“1”であるときには、バンクチャラ25から出力

されるパリティビットPを選択し、これを情報ビットI_Fに付加することにより、ターボ符号が形成される。

【0028】そして、第1及び第2の再帰型組織畳み込み符号器22A及び22Bの夫々は、符号化率R=1/2で生成行列h₁=7、h₂=5に設定され、図3に示すように、情報ビットI_{F1}又はI_{F2}が入力される加算器27と、この加算器27の加算出力が入力される2段のシフトレジスタ28と、このシフトレジスタ28の入力ビットと最終段出力ビットとを加算する加算器29と備え、シフトレジスタ28の初段出力ビット及び最終段出力ビットが加算器29に入力され、加算器29からパリティビットP₁又はP₂を出力するように構成されている。なお、第1の再帰型組織畳み込み符号器22Aでは入力された情報ビットI_{F1}をそのまま出力するが、第2の再帰型組織畳み込み符号器22Bでは入力された情報ビットI_{F2}の出力は行わず、パリティビットP₂のみを出力する。

【0029】また、バンクチャラ25は、例えば下記に示すバンクチャリングパターンによって第1及び第2の再帰型組織畳み込み符号器22A及び22Bから出力されるパリティビットP₁及びP₂をバンクチャリングする。

【0030】

【数1】

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

【0031】したがって、バンクチャラ25から出力されるパリティビットPは、各時点でのパリティビットP₁及びP₂をp₁(0), p₁(1), p₁(2), p₁(3), ……及びp₂(0), p₂(1), p₂(2), p₂(3), ……としたときに、p₂(0), p₁(1), p₂(2), p₁(3), ……となる。

【0032】また、OFDM変調回路12では、図4に示すように、入力される符号化されたデータをマッピング回路31で変調方式に応じてマッピング処理され、その処理データがシリアルパラレル変換されて逆高速フーリエ変換（IFFT）回路32に供給されて、64シンボル毎に逆高速フーリエ変換される。この変換データが符号化方式情報付加回路33に供給されて、FECコード11でターボ符号及び畳み込み符号の何れの符号化を行ったかを表す1ビットの符号化方式情報を例えば同期シンボルの最後に付加し、次いでガードインタバル付加回路34に供給されてさらに12シンボルのガードインタバルが付加されてトータルで86個のOFDM（Orthogonal Frequency Division Multiplexing）シンボルのデータが生成される。生成されたデータは波形整形フィルタ35で波形整形された後、直交周波数多重変調回路36で直交周波数多重変調（BPSK-OFDM）され、次いで乗算器37でキャリア周波数まで周波数を持ち上げてから高周波アンパ38で高周波増幅されて切換

回路7に出力される。

【0033】一方、受信回路5は、アンテナ6で受信した電波が切換回路7を介して入力され、これをOFDM復調するOFDM復調回路41と、このOFDM復調回路41で復調されたデータをターボ復号及びビタビ復号の何れかの復号を行うFECデコーダ42とで構成されている。

【0034】OFDM復調回路41では、図5に示すように、アンテナ6で受信した電波を切換回路7を介してローノイズアンプ43で増幅し、乗算器44で搬送波を乗算してからAGCアンプ45で受信レベルを検出し、復調回路46でAFC回路47を用いてキャリアを除去した後復調し、ガードインタバル除去回路48でベースバンド信号に適当な窓をかけてガードインタバルが除去される。次いで、符号化方式情報検出回路49で符号化方式情報を検出してこれを除去した後、高速フーリエ変換(FFT)回路50で64シンボル毎に高速フーリエ変換した後、得られたシンボルをデマッピング回路51でデマッピングすると共に、デインターリーブし、さらにパラレルシリアル変換してからFECデコーダ42に供給する。

【0035】また、FECデコーダ42は、図6に示すようにターボ復号器で構成されている。すなわち、ターボ復号器は、高速フーリエ変換された変換データを送信ビット I_F が通信チャンネルで影響を受けた情報データ $L_c y$ とパリティビット P が通信チャンネルで影響を受けたパリティデータ $L_c y'$ とに分離し、パリティデータ $L_c y'$ については送信回路4のバンクチャラ25でバンクチャリングされたパリティビット P の該当ビット位置に任意のダミービット(通常は-1として扱う)を挿入して出力するデータ分離回路60と、このデータ分離回路60から出力される情報データ $L_c y$ が一方の入力側に、他方の入力側に尤度情報 $L^{(1)}(u)$ の初期値($=0$)又は後述する尤度情報 $L^{(1)}(u)$ が入力される第1の軟出力復号器61と、この軟出力復号器61から出力される第1回目の尤度情報 $L_E^{(1)}(u^-)$ をインターリーブするインターリーブ62と、このインターリーブ62の出力 $L^{(2)}(u)$ と前記データ分離回路60から出力されるパリティデータ $L_c y'$ とが入力される軟出力復 * 30

$$P(Y_k | u_k) = \exp \left[-\frac{(y_k^I - u_k^I)^2}{2\sigma^2} \right] \cdot \exp \left[-\frac{(y_k^P - x_k^P)^2}{2\sigma^2} \right] \cdots \cdots (2)$$

【0041】ここで、 u_k は k 番目の情報ビット i の推定値、 x_k^P は k 番目のパリティビットの推定値である。

【0042】そこで、図7のトレリス線図に従ってター※
 $\gamma(i, j) = P(Y_k | i)$

$$= \exp \left[-\frac{(y_k^I - i)^2}{2\sigma^2} \right] \cdot \exp \left[-\frac{(y_k^P - j)^2}{2\sigma^2} \right] \cdots \cdots (3)$$

*号器63と、この軟出力復号器63から出力される尤度情報 $L_E^{(2)}(u^-)$ をデインターリーブして尤度情報 $L^{(1)}(u)$ として第1の軟出力復号器61に供給するデインターリーブ64とで構成されている。ここで、第1の軟出力復号器61は、第1回目の復号出力 $L^{(1)}(u^-)$ を出力することができ、第2の軟出力復号器63は第2回目の復号出力 $L^{(2)}(u^-)$ 出力することができる。

【0036】このように、ターボ復号器は、第1の軟出力復号器61で第1回目の尤度情報 $L_E^{(1)}(u^-)$ の復号を行い、これをインターリーブ62でインターリーブした情報とパリティビット情報 $L_c y'$ とに基づいて第2の軟出力復号器63で第2回目の尤度情報 $L_E^{(1)}(u^-)$ の復号を行い、これをデインターリーブ64でデインターリーブした尤度情報 $L^{(1)}(u)$ とデータ $L_c y$ とに基づいて第1の軟出力復号器31で第3回目の尤度情報 $L_E^{(3)}(u^-)$ の復号を行い、これを i 回目(例えば $i=5$)まで繰り返してターボ復号を行い、最終的に第 i 回目で復号を終了したときの復号データは $L^{(1)}(u^-)$ となる。

【0037】ここで、ターボ復号に用いられる繰り返し軟判定復号のアルゴリズムとしては、MAP(Maximum a posteriori Probability)アルゴリズム、Log-MAPアルゴリズム、SOVA(Soft Output Viterbi)アルゴリズム等を適用することができ、これらの場合、受信データを N ビットごとにメモリに蓄えて、5回〜20回程度、繰り返し軟判定復号を行う必要があり、復号に時間がかかる。

【0038】そして、図6のターボ復号器において、軟出力復号器61のトレリス線図は、図7に示すように表される。

【0039】すなわち、軟出力復号器61で尤度情報 $L_E^{(1)}(u^-)$ を演算する場合、MAPアルゴリズムであれば、図7のトレリス線図に従って全てのデータに対して、入力データ $L_c y$ の k 番目のデータを $Y_k = (y_k^I, y_k^P)$ とした場合下記(1)式で表される条件付き確率 $P(Y_k | u_k)$ を演算し、これをメモリに蓄積する。

【0040】

【数2】

※ボ復号する場合には、図8で各枝の確率関数 $\gamma_k(i, j)$ が下記(3)式で表される。

【0043】

【数3】

【0044】この図8で、確率関数 $\alpha_k(s)$ ($s=0, 1, 2, 3$)のひとつである例えば $\alpha_k(0)$ は下記

$$\alpha_k(0) = \alpha_{k-1}(0) \cdot \gamma_k(0,0) + \alpha_{k-1}(1) \cdot \gamma_k(1,1) \dots\dots (4)$$

ターボ復号の場合、各データ Y_k 毎に、確率関数 $\alpha_k(s)$ の値を最初のデータから最後の N 個目のデータまで求め、更に別の確率関数 $\beta_k(s)$ という値を今度は最後の N 番目のデータから最初のデータまで逆に計算してゆく必要がある。ターボ復号に時間がかかる理由の一つはここに原因がある。しかも、演算された全ての確率関数 $\alpha_k(s)$ 及び $\beta_k(s)$ をメモリに蓄えておく必要がある※10

$$M_k(s) = M_{k-1}(s') + \max\{\gamma_k(i, j), \gamma_k(i', j')\} \dots\dots\dots (5)$$

すなわち、生き残りパスと共にそのパスに相当する出力の推定結果をメモリに蓄えておき、パスが消失した時点でトレースバックを行うことによりビタビ復号が可能となる。その場合の出力の推定結果を格納する場所としては、ターボ復号時に確率関数 $\beta_k(s)$ を格納するメモリを使用することが可能である。

【0048】したがって、ターボ復号器に上記(5)式における右辺第2項の $\gamma_k(i, j)$ と $\gamma_k(i', j')$ とを比較して何れか大きい方を選択するための比較器など少しの回路を付加するのみでビタビ復号を行うことが可能であり、このビタビ復号では、復号が逐次的に行われるので、復号時間も短くて済むことになる。

【0049】そして、ターボ復号器でターボ復号を行うかビタビ復号を行うかは、受信信号の状態が良いときにはビタビ復号を選択し、受信信号の状態が悪いときにはターボ復号を行ってビット誤り率(BER)を向上させる。

【0050】また、コントローラ8は、インタフェース3にデジタル機器1から送信データが入力されると切換回路7を送信回路4側に切換えて、高周波アンパ38の出力を切換回路7を介してアンテナ6に伝達して送信し、デジタル機器1からの送信データがないときには切換回路7を受信回路5側に切換えて、アンテナ6で受信した電波を切換回路7を介してローノイズアンパ43に供給すると共に、このときにAGCアンパ45で検出される受信レベル検出信号RDが入力され、この受信レベル検出信号RDが設定閾値以下であるときには伝送状態が不良であると判断して送信回路4のFECコード11でターボ符号化を選択する例えば論理値“1”の選択信号STを出力し、受信レベル検出信号RDが設定閾値を越えているときには伝送状態が良好であると判断してFECコード11で畳み込み符号化を選択する例えば論理値“0”の選択信号STを出力し、さらに、OFDM変調回路41の符号化方式情報検出回路49で検出した符号化方式情報が入力され、これが論理値“1”であるときにはFECデコード42でターボ復号を選択する論理値“1”の選択信号SRを出力し、論理値“0”であるFECデコード42でビタビ復号を行う論理値

* (4)式で表すことができる。

* 【0045】

※ため、その分のメモリ容量も必要となる。

【0046】ところで、ターボ復号における確率関数 $\gamma_k(i, j)$ は、ビタビ復号におけるメトリックに相当する量であるので、パスメトリック $M_k(s)$ を下記(5)のように定めれば図9において生き残りパスを求めることができ、ビタビ復号を行うことができる。

【0047】

★“0”の選択信号SRを出力する。

【0051】ここで、伝送状態を検出するには、受信アンテナ11として例えば4素子〜8素子程度のリニアアレーアンテナや平面アレーアンテナ等で構成されるアダプティブアレーアンテナを適用したダイバーシティ受信方式において、受信信号の先頭に付加された同期シンボル、パイロットシンボル等のトレーニング信号を用いて、AGC回路のゲイン及びアレーの選択を行う際の検出信号のレベルに基づいてこの検出信号のレベルが設定閾値を越えているときには伝送状態が良好であると判断し、設定閾値以下であるときには伝送状態が不良であると判断する。

【0052】次に、上記実施形態の動作を説明する。

【0053】今、例えば2台のデジタル機器1が配設され、これらに接続された無線端末2によって無線LANが構築されているものとする。この状態で、一方のデジタル機器1が他方のデジタル機器1に対して送信する送信データがある場合には、この送信データをインタフェース3に出力することにより、コントローラ8で送信要求であると判断して、切換回路7を送信回路4側に切換えると共に、前回の受信回路5でのAGCアンパ45で検出された受信レベル検出信号RDが設定閾値を越えていて、伝送状態が良好であるものとする、論理値“0”の選択信号STをFECコード11に出力すると共に、符号化方式情報付加回路33に論理値“0”の符号化方式情報を出力する。

【0054】このため、FECコード11では、選択信号STが論理値“0”であるので、選択回路26で第1の再帰型畳み込み符号器22Aから出力されるパリティビット P_1 が選択されることにより、このパリティビット P_1 が情報ビット I_F に付加されることにより、畳み込み符号が生成され、これがOFDM変調回路12に供給される。

【0055】このOFDM変調回路12では、符号化されたデータをマッピング回路31で変調方式に応じてマッピング処理し、その処理データがシリアルパラレル変換されて逆高速フーリエ変換回路32に供給されて、64シンボル毎に逆高速フーリエ変換され、この変換デー

タが符号化方式情報付加回路33に供給されて、FECコード11で畳み込み符号を行ったことを表す論理値“0”の符号化方式情報を例えば伝送フレームの先頭に設けられた同期シンボルの最後又はパイロットシンボルの最後に付加し、次いでガードインタバル付加回路34に供給されてさらに12シンボルのガードインタバルが付加されてトータルで86個のOFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) シンボルのデータが生成される。生成されたデータは波形整形フィルタ35で波形整形された後、直交周波数多重変調回路36で直交周波数多重変調 (BPSK-OFDM) され、次いで乗算器37でキャリア周波数まで周波数を持ち上げてから高周波アンパ38で高周波増幅されて切換回路7に出力され、アンテナ6から他のデジタル機器1に送信される。

【0056】他のデジタル機器1では、送信データをアンテナ6で受信すると、これが切換回路7を介して受信回路5に供給され、受信信号をローノイズアンパ43で増幅し、乗算器44で搬送波を乗算してからAGCアンパ45で受信レベルを検出し、復調回路46でAFC回路47を用いてキャリアを除去した後復調し、ガードインタバル除去回路48でガードインタバルが除去される。次いで、符号化方式情報検出回路49で符号化方式情報を検出してからこれを除去した後、高速フーリエ変換 (FFT) 回路50で64シンボル毎に高速フーリエ変換した後、得られたシンボルをデマッピング回路51でデマッピングすると共に、デインターリーブし、さらにパラレルシリアル変換してからFECデコード42に供給する。このとき、符号化方式情報検出回路49で論理値“0”の符号化方式情報を検出するので、コントローラ8からFECデコード42に論理値“0”の選択信号SRが出力され、このため、FECデコード42で前述したビタビ復号が行われる。このように、伝送状態が良好な場合には、送信側でターボ符号器を使用してターボ符号に代えて畳み込み符号化処理が行われることにより、高速データ送信が可能となると共に、受信側でターボ復号器を使用してターボ復号に代えてビタビ復号を行うので、演算処理を簡略化して復号時間を短縮しながら十分な誤り訂正を行うことができる。

【0057】一方、受信回路5のAGCアンパで検出した受信レベル検出信号RDのレベルが設定閾値以下であるときには、伝送状態が不良であると判断され、コントローラ8から論理値“1”の選択信号STが送信回路4のFECコード11に出力されることにより、選択回路26で第1の再帰型畳み込み符号器22Aから出力されるパリティビットP₁及び第2の再帰型畳み込み符号器22Bから出力されるパリティビットP₂とをバンクチャラ25でバンクチャリングしたパリティビットPが選択され、これが情報ビットI_Fに付加されてターボ符号が生成され、これがOFDM変調回路12で論理値

“1”の符号化方式情報が付加されると共に、OFDM変調されて切換回路7を介してアンテナ6から送信される。

【0058】このターボ符号化された送信データを受信側の送信端末2で受信すると、これが切換回路7を介して受信回路5に供給され、先ずOFDM復調回路41で復調されると共に、符号化方式情報検出回路49で符号化方式情報を検出し、これをコントローラ8に出力することにより、このコントローラ8から論理値“1”の選択信号SRが受信回路5のFECデコード42に出力されることにより、このFECデコード42で前述したターボ復号を行、復号したデータをインタフェース3を介してデジタル機器1に出力する。

【0059】このように、本実施形態では、伝送状態が良好なときには、送信側で送信データを畳み込み符号化してからOFDM変調を行って受信側に送信し、受信側では送信データを受信すると、これをOFDM復調を行ってからビタビ復号を行うことにより、速い伝送速度で送信データの送信を行い、伝送状態が不良であるときには、送信側で送信データをターボ符号化してからOFDM変調を行って受信側に送信し、受信側では送信データを受信すると、これをOFDM復調を行ってからターボ復号を行うことにより、高信頼性を確保することができ、しかも、送信側ではターボ符号化及び畳み込み符号化の双方を共通のターボ符号器を使用して行い、受信側ではターボ復号及びビタビ復号を共通のターボ復号器を使用して行うことにより、送信側及び受信側の双方で、回路構成を簡略化することができる。

【0060】因みに、従来例のように、通信チャンネルの状態が良い場合には、送信側で畳み込み符号を使用し、チャンネル状態が悪い場合には送信側でターボ符号を使用するので、送信側でターボ符号器の他に畳み込み符号器が必要となると共に、受信側でターボ復号器の他にビタビ復号器が必要となり、回路規模が増大し、効率の良いデータ伝送を行うことができない。

【0061】なお、上記実施形態においては、FECコード11でパリティビットP₁及びP₂についてバンクチャラ25でバンクチャリングしてパリティビットPを生成する場合について説明したが、これに限定されるものではなく、バンクチャラ25を省略してパリティビットP₁及びP₂を交互に整列させて情報ビットI_Fと共に送信するようにしてもよく、この場合には受信側のFECデコード20におけるデータ分離回路30でパリティデータに対するダミービットの挿入を省略する。

【0062】また、上記実施形態においては、FECコード11を畳み込み符号器として使用する場合に、第1の再帰型畳み込み符号器22AのパリティビットP₁をそのまま情報ビットI_Fに付加する場合について説明したが、必要に応じてバンクチャラを介挿して、バンクチャリングしたパリティビットを情報ビットI_Fに付加す

るようにしてもよい。

【0063】さらに、上記実施形態においては、ターボ符号を生成する再帰型組織畳み込み符号器22A及び22Bを構成するシフトレジスタを2段で構成し生成行列が $h1=7$ 、 $h2=5$ に設定した場合について説明したが、これに限定されるものではなく、シフトレジスタの段数を任意に設定して任意の生成行列を設定することができる。

【0064】さらにまた、上記実施形態においては、送信データを送信する際に、FECコード11で選択した畳み込み符号であるかターボ符号であるかを表す符号化方式情報を付加して送信する場合について説明したが、これに限定されるものではなく、符号化方式情報の付加を省略して、これに代えて、無線LANに管理用のデータ処理装置を組み込み、この管理用のデータ処理装置で伝送状態を常時検出し、このデータ処理装置からポーリングによって管理下にある各無線端末2に符号化方式及び復号化方式を指定する情報を伝送するようにしてもよい。

【0065】なおさらに、上記実施形態においては、受信回路5における受信レベル検出信号に基づいて伝送状態を判断する場合について説明したが、これに限定されるものではなく、常時は送信側で畳み込み符号化して送信し、これを受信側でビタビ復号を行うようにし、受信側からの送信データ再送要求があったとき又は複数回の送信データ再送要求があったときに伝送状態が不良であると判断して送信データをターボ符号化して送信し、受信側でターボ復号を行うようにしてもよい。

【0066】また、上記実施形態においては、無線LANに本発明を適用した場合について説明したが、有線LANや他のデータ伝送装置に本発明を適用することができる。

【0067】さらに、上記実施形態においては、送信回路4でOFDM変調回路12を適用し、受信回路でOFDM復調回路を適用する場合について説明したが、これに限定されるものではなく、CDMA変復調方式や他の変復調方式を適用することができる。

【0068】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1及び請求項3に係るデータ誤り訂正方法及びデータ誤り訂正装置によれば、無線LAN等の双方向データ伝送を行う場合に、送信側から送信データを受信側に送信し、受信側でデータを受信したときに伝送状態を例えば送信データに含まれるフレーム同期シンボル等のトレーニング信号に基づいて判断し、伝送状態が不良であるときには、その旨を表す伝送状態不良情報を付加した送信データを受信側から送信側に返送することにより、伝送状態判定手段で、受信状態から伝送データの伝送状態を判定し、この判定結果が伝送状態が不良であるときにはターボ符号化手段でターボ符号化して伝送するようにしたので、別途

畳み込み符号化手段を設けることなく、送信側の回路構成をターボ符号化手段を設けるだけでよく、回路構成を簡略化しながら伝送状態に応じた最適な符号化方式を選択することができるという効果が得られる。

【0069】また、請求項2及び請求項4に係るデータ誤り訂正方法及びデータ誤り訂正装置によれば、送信側で受信側でのデータ受信状況に基づいてターボ符号化手段を使用してターボ符号化又は畳み込み符号化を行うと共に、何れの符号化を行ったかを表す符号化方式設定情報を含む送信データを受信側に送信し、受信側では、送信側からの送信データに含まれる符号化方式設定情報に基づいて受信したデータをターボ復号手段を使用したターボ復号を行うか、同様にターボ復号手段を使用したビタビ復号を行うかを選択するようにしたので、受信側でも別途ビタビ復号手段を設けることなく、ターボ復号手段を設けるだけで済み、回路構成を簡略化できると共に、送信データの符号化方式に対応する復号を確実に行うことができるという効果が得られる。

【0070】さらに、請求項5に係るデータ誤り訂正装置によれば、符号化手段で、ターボ符号化を行う場合には、第1の再帰型畳み込み符号器及び第2の再帰型畳み込み符号器を使用して、第1の再帰型畳み込み符号器から出力される情報ビットと第1及び第2の再帰型畳み込み符号器のパリティビットをバンクチェアリング回路でバンクチェアリングしてパリティビットとでターボ符号を形成するが、畳み込み符号化を行う場合には、第1の再帰型畳み込み符号器から出力される情報ビット及びパリティビットに基づいて畳み込み符号を形成するので、1つのターボ符号化手段で畳み込み符号化とターボ符号化との双方を選択的に行うことができるという効果が得られる。

【0071】さらにまた、請求項6に係るデータ誤り訂正装置によれば、入力データに含まれるデータ部をトレリス線図に基づいて第1の尤度情報を出力する第1の軟出力復号器に入力するようにしているので、この第1の軟出力復号器でターボ復号を行う際の尤度情報を算出する場合に、例えばMAPアルゴリズムを適用したときには、全てのデータに対して確率関数 $\alpha_k(s)$ をビタビ復号のメトリックに対応する関数 $\gamma_k(i,j)$ に基づいて最初のデータから最後のデータまで演算して求め、さらに別の確率関数 $\beta_k(s)$ を同様に関数 $\gamma_k(i,j)$ に基づいて最後のデータから最初のデータまで逆に演算して求め、これら確率関数 $\alpha_k(s)$ 及び $\beta_k(s)$ を全てメモリに蓄積し、これら確率関数 $\alpha_k(s)$ 及び $\beta_k(s)$ に基づいて尤度情報を演算する。このため、関数 $\gamma_k(i,j)$ がビタビ復号のメトリックに対応していることから、この関数 $\gamma_k(i,j)$ を使用して所定の演算を行うことにより、ビタビ復号が可能となるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を無線LANに適用した場合の一実施形態を示すブロック図である。

【図2】FECコードの具体的構成を示すブロック図である。

【図3】再帰型組織畳み込み符号器の具体例を示すブロック図である。

【図4】OFDM変調回路の具体例を示すブロック図である。

【図5】OFDM復調回路の具体例を示すブロック図である。

【図6】FECデコードの具体的構成を示すブロック図である。

【図7】軟出力復号器のトレリス線図を示す説明図である。

【図8】トレリス線図を使用してターボ復号を行う場合の説明図である。

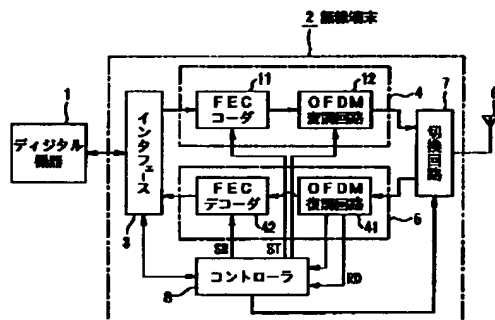
【図9】トレリス線図を使用してビタビ復号を行う場合の説明図である。

【符号の説明】

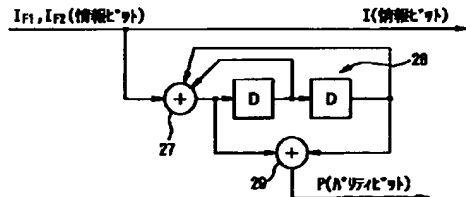
- 1 デジタル機器
- 2 無線端末
- 3 インタフェース
- 4 送信回路
- 5 受信回路
- 6 アンテナ
- 7 切換回路

- 8 コントローラ
- 11 FECコード
- 12 OFDM変調回路
- 13 マッピング回路
- 21 シフトレジスタ
- 22A 第1の再帰型畳み込み符号器
- 22B 第2の再帰型畳み込み符号器
- 23 インターリーブ
- 24 シフトレジスタ
- 25 バンクチャラ
- 26 選択回路
- 27 加算器
- 28 シフトレジスタ
- 29 加算器
- 33 符号化方式情報付加回路
- 41 OFDM復調回路
- 42 FECデコード
- 49 符号化方式情報検出回路
- 60 データ分離回路
- 20 61 軟出力復号器
- 62 インターリーブ
- 63 軟出力復号器
- 64 デインターリーブ

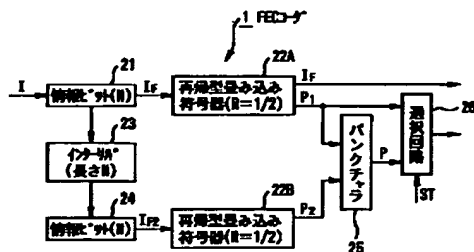
【図1】



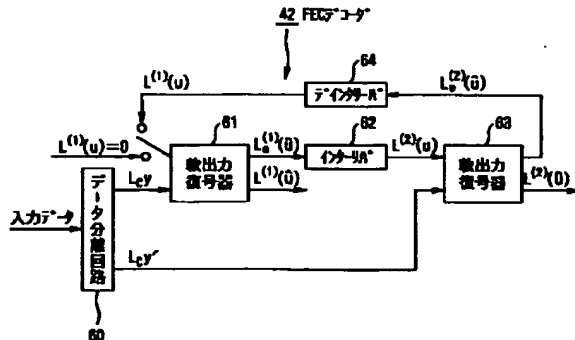
【図3】



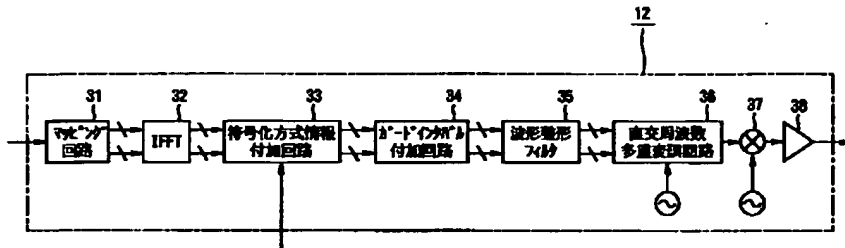
【図2】



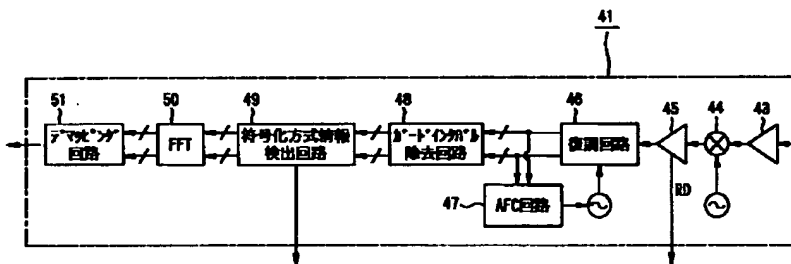
【図6】



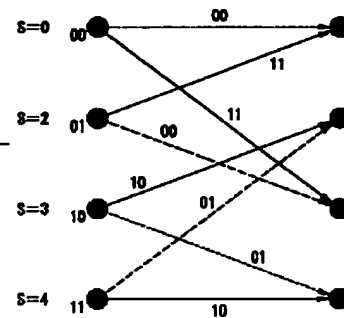
【図4】



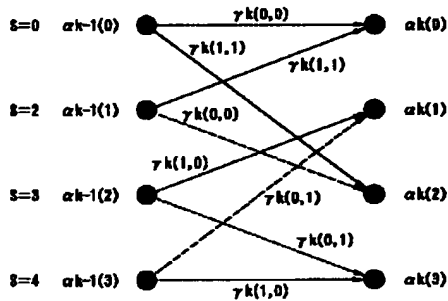
【図5】



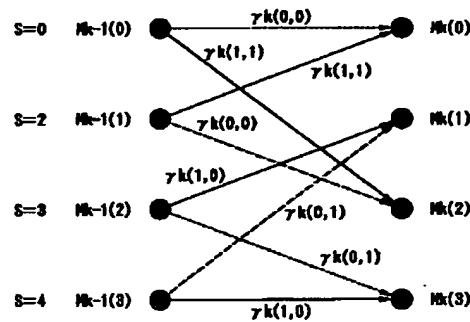
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷

H04J 11/00

H04L 1/00

識別記号

FI

H04J 11/00

H04L 1/00

テーマコード(参考)

Z

B

Fターム(参考) 5B001 AA10 AA13 AB02 AB03 AB05
AC01 AD06
5J065 AA01 AB01 AC02 AD01 AD10
AE06 AF03 AG06 AH05 AH15
5K014 AA01 BA10 BA11 EA01 EA07
FA11 GA01 GA02 HA10
5K022 DD01 DD13 DD22 DD32